

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Integrated pest management as a strategy to control the passionfruit flower-bud fly, *Dasiops inedulius* Steyskal (Diptera: Lonchaeidae)Manejo integrado de plagas como estrategia para el control de la mosca del botón floral del maracuyá *Dasiops inedulius* Steyskal (Diptera: Lonchaeidae)Edgar Mauricio Quintero¹, Isabel Cristina López², Takumasa Kondo³

ABSTRACT

Four parasitoids of the passion fruit flower bud fly, *Dasiops inedulius* Steyskal (Diptera: Lonchaeidae) were collected in the present study, i.e., a larva-pupa type parasitoid, *Utetes anastrephae* (Viereck) (Hymenoptera: Braconidae), and three pupal parasitoids, namely *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani, *Spalangia* sp. (Hymenoptera: Pteromalidae) and *Aganaspis* sp. (Hymenoptera: Figitidae). In the field we observed a species of Chrysopidae (Neuroptera) larva feeding on the sentinel pupae of *D. inedulius*. We conducted experiments in the municipalities of Palmira and Toro, in the State of Valle del Cauca, Colombia, on the efficiency of a toxic bait made from the bacteria *Saccharopolyspora spinosa*, standing out as a new alternative for controlling *D. inedulius* on yellow passion fruit. This toxic bait maintained the injury levels below the conventional management used by the farmers and the control plots in both study areas. A list of natural enemies of *D. inedulius* was compiled by inspecting passion fruit flower buds, using sentinel pupae, and information taken from the literature. For the control of *D. inedulius*, an integrated pest management strategy is proposed that will allow the farmer to maintain *D. inedulius* populations under control with different management tools, i.e., natural enemies which can be incorporated at different stages of development of *D. inedulius*, low toxicity baits, recollection of flower buds with symptoms of damage, monitoring with McPhail traps baited with protein hydrolysate, thus intervening at different stages the development of the lonchaeid fly pest, breaking its life cycle and thus decreasing their populations in future generations.

Keywords: natural enemies, toxic baits, sentinel pupae, integrated pest management, parasitoids, predators.

RESUMEN

En el presente estudio se colectaron cuatro parasitoides de *Dasiops inedulius* Steyskal (Diptera: Lonchaeidae), i.e., uno de tipo larva-pupa identificado como *Utetes anastrephae* (Viereck) (Hymenoptera: Braconidae), y tres parasitoides de pupas identificados como *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani, *Spalangia* sp. (Hymenoptera: Pteromalidae) y *Aganaspis* sp. (Hymenoptera: Figitidae). En el campo se observaron daños ocasionados por una larva de Chrysopidae (Neuroptera) sobre pupas centinelas de *D. inedulius*. Se realizaron experimentos con un cebo tóxico de origen natural a base de *Saccharopolyspora spinosa* en los municipios de Palmira y Toro, en el departamento del Valle del Cauca, destacándose como una nueva alternativa para el control de *D. inedulius* en maracuyá amarillo, ya que en las dos localidades mantuvo los niveles de daño por debajo del manejo convencional del agricultor y el testigo absoluto. Se provee una lista de enemigos naturales de *D. inedulius* tomada mediante muestreos de botones florales de maracuyá, uso de pupas centinelas, e información en la literatura científica. Para el control de la mosca del botón floral del maracuyá, *D. inedulius*, se propone una estrategia de manejo integrado de plagas que le permitirán al productor mantener las poblaciones de *D. inedulius* reguladas con diferentes herramientas, i.e., enemigos naturales que se pueden incorporar en diferentes etapas de la fenología de *D. inedulius*, uso de cebos tóxicos de baja toxicidad, recolección de botones con síntomas de daño, y monitoreo con el uso de trampas McPhail cebadas con proteína hidrolizada, interviniendo en diferentes estados de desarrollo, cortando ciclos y disminuyendo así futuras generaciones del insecto.

Palabras clave: enemigos naturales, cebo tóxico, pupas centinelas, manejo integrado de plagas, parasitoides, depredadores.

Fecha de recepción: 03/04/2012
Fecha de aceptación: 09/05/2012

¹ Investigador profesional en misión, Ing. Agrónomo, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Centro de Investigación Palmira, emquinteroq@gmail.com

² EstudianteIngenieríaAgronómica, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, crisunal20@hotmail.com

³ InvestigadorPh.D., Entomólogo, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) Centro de Investigación Palmira, tkondo@corpoica.org.co

INTRODUCCION

Algunas moscas de la familia Lonchaeidae, en especial del género *Dasiops*, son plagas importantes que causan daño sobre las flores o frutos de *Passiflora* spp. (Norrbom

& McAlpine, 1997). En Colombia, Tróchez & Cobo (1973) reportaron una especie de *Dasiops* por primera vez como una plaga de botones florales de maracuyá en el Valle del Cauca. Chacón y Rojas (1984) confirmaron su condición de plaga en este Departamento. Luego la mosca del botón floral del maracuyá fue reportada como *Dasiops inedulis* Steyskal (Fig. 1F) y su biología fue estudiada en detalle por Ambrecht (1985). *Dasiops inedulis* después de que sus huevos (Fig. 1A) eclosionan, pasa por tres estados larvales (Figs. 1B–D), de los cuales el último cuando ya está bien desarrollado sale del botón para empupar (Fig. 1E) en el suelo. El adulto es una mosca de color oscuro brillante (Fig. 1F). Ambrecht (1985) señaló que *D. inedulis* puede alcanzar niveles de daño superiores al 65% en el Valle del Cauca. En otro estudio realizado en 11 localidades del Valle del Cauca, se reportó un porcentaje de daño promedio de 45.6% (Ambrecht *et al.*, 1986).

Según encuestas realizadas en la zona de estudio, los agricultores locales han enfocado su manejo al control químico, encontrando que el 10% del total de los costos de producción en cultivos tecnificados corresponden al manejo de problemas fitosanitarios. El control para esta plaga se ha llevado a cabo mediante aplicaciones semanales de insecticidas altamente tóxicos y de grupos químicos como carbamatos, organofosforados, que también afectan la salud humana, pues actúan sobre el sistema nervioso (sinapsis). Según un estudio reciente, el 90.5% de los agricultores en Colombia se basan en aplicaciones tipo calendario para el control de moscas de la familia Lonchaeidae (Wyckhuys *et al.*, 2011). Dentro de estas aplicaciones se utilizan ingredientes activos de amplio espectro como: triclorfon, clorpirifos, malathion, monocrotofos, metamidafos, cipermetrina, lambdaciolatrina, tiociclam hidrogenoxalato, imidacloprid entre otros, sin conocimiento de que éste método no ejerce un buen control sobre *D. inedulis*, ya que no llega a las estructuras reproductivas donde las larvas se alimentan, y por el contrario afectan la fauna benéfica.

Santos *et al.* (2009) realizaron un trabajo con extractos vegetales comparado con malathion como testigo comercial en condiciones de casa de malla y campo, encontrando que los extractos que provocaron mortalidad más cercana al testigo comercial en condiciones de casa de malla fueron los de *Hura crepitans* (Euphorbiaceae) al 5% (72,5% mortalidad) y

Ricinus communis (Euphorbiaceae) al 25% (40% mortalidad). En condiciones de campo, el extracto que se diferenció del testigo fue el de *R. communis* al 25% con 40% de mortalidad, sin embargo los autores mencionaron que en las dos condiciones, el testigo comercial fue siempre más efectivo que los extractos vegetales (Santos *et al.*, 2009).

En este estudio se reportan hallazgos de enemigos naturales atacando a *D. inedulis* y estudios preliminares en el uso de un cebo tóxico como una alternativa de control este díptero.

MATERIALES Y METODOS

Colecta e identificación de parasitoides de larvas de *Dasiops inedulis*

Se localizaron 13 cultivos comerciales de maracuyá amarillo en producción en los municipios de Bolívar, El Cerrito, La Unión, Palmira, Roldanillo, Toro y Tuluá en el Valle del Cauca, Colombia. El muestreo se realizó por 6 meses durante el periodo de enero de 2008 hasta junio de 2008. En cada lote se tomaron 120 botones florales escogidos al azar de aproximadamente 1–2 cm de longitud por ser los estados más susceptibles al daño del insecto (Ambrecht *et al.*, 1986). Los botones colectados (Fig. 2A) fueron disectados en el laboratorio para extraer las larvas e individualizarlas en viales, alimentándolas con anteras y criándolas hasta observar la emergencia de parasitoides o adultos de *D. inedulis*. Las muestras de las moscas obtenidas se enviaron al Dr. Cheslavo Korytkowski de la Universidad de Panamá para su identificación.

Colecta e identificación de parasitoides de pupas de *Dasiops inedulis*

Con el fin de coleccionar parasitoides del estado pupal, que es el más vulnerable a la acción de los enemigos naturales, y teniendo en cuenta que el 98% de las larvas del tercer instar de *D. inedulis* salen del botón floral para empupar en el suelo, se utilizaron “pupas centinelas” o pupas trampa. La metodología consistió en exponer las pupas en el campo a las poblaciones de parasitoides que ocurren naturalmente en los cultivos. Para esto se procedió a coleccionar botones de maracuyá infestados con *D. inedulis*, transportarlos al



Figura 1. A. Huevos de *Dasiops inedulis*. B. Huevo y larva de primer instar. C. Larvas del segundo instar. D. Larva del tercer instar. E. Pupas de *D. inedulis*. F. Adulto de *D. inedulis*. Fotos 1A, B tomadas por I. López; 1C, D por E. Quintero; 1E, F por T. Kondo.

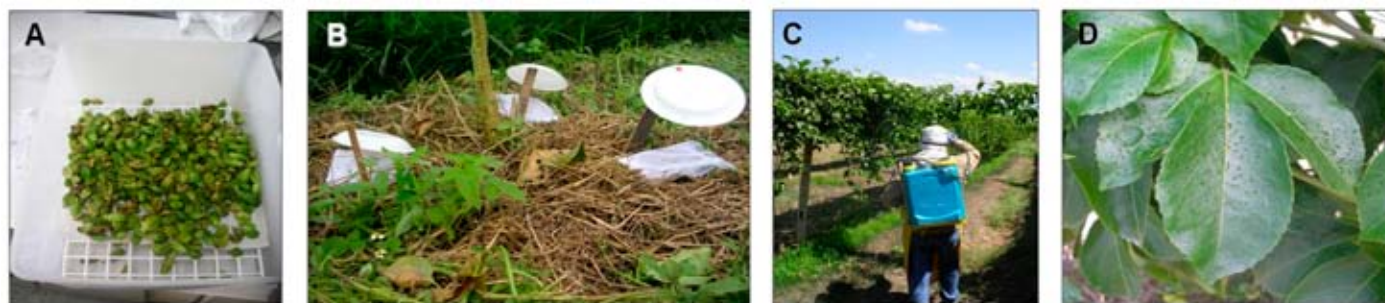


Figura 2. A. Botones florales de maracuyá en cámara de recuperación de larvas y pupas de *D. inedulis*. B. Ubicación de pupas centinelas en campo. C. Aplicación de cebo tóxico. D. Tamaño de gota después de aplicación de cebo tóxico. Fotos 2A, B tomadas por E. Quintero; 2C, D por I. López.

laboratorio para extraer las larvas y criarlas hasta el estado de pupa, adaptando la metodología descrita por Uchoa & Zucchi (1999).

Las “pupas centinelas” se colocaron en bolsas hechas de tela de tul (Fig. 2B) con orificios que eran lo suficiente grandes para permitir la entrada de los parasitoides pero a la misma vez suficientemente pequeños para impedir la entrada de insectos depredadores de mayor tamaño. Cada bolsa estaba compuesta por 20 pupas de *D. inedulis*. Las bolsas de tul eran remplazadas semanalmente para ser llevadas al laboratorio donde se individualizaban para facilitar la colecta de los parasitoides que emergieran. De los parasitoides obtenidos, los Braconidae y Pteromalidae se enviaron al Dr. Steve Heydon (Universidad de California, Davis) y los Figitidae al Dr. Matthew Buffington (Systematic Research Laboratory, USDA) para su identificación.

Evaluación de un cebo tóxico como control químico de *Dasiops inedulis*

Los experimentos se realizaron en las localidades de Palmira y Toro, en el departamento del Valle del Cauca, durante dos meses (diciembre 2009 y enero 2010), tiempo equivalente a aproximadamente dos generaciones de *D. inedulis*. Este experimento consistió en la evaluación de un cebo tóxico de origen natural a base de *Saccharopolyspora spinosa*, comercialmente conocido con el nombre de

Success GF-120* 0.02 CB de ingrediente activo spinosad, comparado con el manejo convencional utilizado por los agricultores a base de malathion.

Se colectaron 100 botones florales por parcela al inicio de su formación, con el propósito de evaluar la incidencia del insecto. El experimento consistió en 3 tratamientos, Tratamiento 1: Manejo Agricultor (aplicaciones semanales de malathion + proteína hidrolizada); Tratamiento 2: Aplicaciones de cebo toxico Success GF-120* 0.02 CB; y Tratamiento 3: Testigo absoluto (sin aplicaciones). En la Tabla 1 se muestra las dosis por bomba utilizadas en el experimento, categorías toxicológicas de los productos y modo de acción de los mismos.

Las aplicaciones de los cebos tóxicos se realizaron con una bomba de espalda manual (Fig. 2C). Para el caso del Success se aplicó dejando gotas de 3 a 4 mm (Fig. 2D) siguiendo la recomendación de la etiqueta, para el caso del malathion se aplicó con boquilla de aspersión. El experimento se estableció en campo en un diseño de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones. Cada parcela estuvo conformada por cinco surcos de 18 plantas equivalente a 51 m de longitud: donde los surcos 1 y 5 fueron considerados de barrera para evitar la deriva de las aplicaciones de insecticida hacia las parcelas vecinas; los surcos 2, 3, y 4 se consideraron como conformadores de la parcela efectiva. La totalidad de las parcelas recibieron los tratamientos,

Tabla 1. Características de los insecticidas utilizados en el experimento.

Insecticida nombre comercial	Ingrediente Activo (I.A)	Dosis cebo / Bomba 20 L	Categoría toxicológica	Modo de acción según la etiqueta
MALATHION 57% EC	Malathion	Malathion 30 cc	III Medianamente tóxico	Insecticida que actúa por contacto, inhalación e ingestión, sobre el sistema nervioso de los insectos, lo cual da un excelente control de larvas y adultos de numerosas plagas. Presenta baja persistencia en las plantas y en el medio ambiente.
SUCCESS GF-120* 0.02 CB	Spinosad	Success 1.6 L	Ligeramente peligroso	Spinosad, es producido naturalmente a partir del actinomiceto <i>Saccharopolyspora spinosa</i> . Spinosad es una mezcla de los spinosines más activos A y D, que han demostrado un excelente control de muchas especies de insectos que atacan a los cultivos. Posee efecto por ingestión (estomacal) y contacto.

sin embargo la unidad experimental fueron las 4 plantas centrales de los surcos efectivos (2, 3, y 4), para un total de 12 plantas efectivas, de donde se tomaron los datos. Los tratamientos se realizaron desde el momento en que se inició la formación de botones florales y se repitió cada 8 días hasta los dos meses, abarcando dos ciclos de la plaga, para un total de 8 aplicaciones por parcela.

De cada tratamiento se tomaron 21 botones por unidad experimental, y se midieron en cada uno el porcentaje de infestación. $\% \text{ Infestación} = \text{No de botones dañados} / \text{Total de botones} * 100$. Se realizó un análisis de varianza para la variable de porcentaje de infestación de acuerdo con el modelo estadístico establecido en campo y para la comparación de promedios se utilizó la prueba de Tukey con una significancia del 5%. Se utilizó el paquete estadístico SAS versión 9.0.

RESULTADOS

Identificación de la especie de mosca del botón floral del maracuyá

La mosca del botón floral del maracuyá amarillo fue identificada como *Dasiops inedulis* Steyskal por el Dr. Cheslavo Korytkowski de la Universidad de Panamá. Esto reconfirma la identidad de este loncheido como plaga del maracuyá amarillo en el Valle del Cauca.

Parasitoides de larvas

De los botones florales colectados en campo, se obtuvieron siete especímenes de un parasitoide tipo larva-pupa parasitando a *D. inedulis*. Este parasitoide fue identificado como *Utetes anastrephae* Viereck (Hymenoptera: Braconidae) (Fig. 3B) por el Dr. Steve Heydon de la Universidad de California, Davis. *Utetes anastrephae* se ha reportado como un parasitoide de las moscas de las frutas, *Anastrepha* spp. y de *Ceratitis capitata* en Brasil (Uchoa-Fernandes *et al.*, 2003), y en Colombia de *Anastrepha* spp. (Insuasty *et al.*, 2007). Este es el primer registro de *U. anastrephae* como parasitoide de *D. inedulis*, aunque miembros de este género ya han sido reportados atacando loncheidos en pasifloras (e.g., Ambrecht *et al.*, 1986, como *Opius* sp.; Wyckhuys *et al.*, 2012).

Parasitoides y depredadores de pupas de *Dasiops inedulis*

Con el uso de pupas centinelas, se capturaron tres parasitoides de pupas: *Aganaspis* sp. (Hymenoptera: Figitidae) (Fig. 3A), *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani (Fig. 3C) y *Spalangia* sp. (Hymenoptera: Pteromalidae) (Fig. 3D). También se observaron pupas con daño por otros insectos (Fig. 4B), posiblemente tijeretas (Dermaptera), carábidos (Coleoptera: Carabidae), y hormigas (Hymenoptera: Formicidae) que ocurren en el suelo. Se colectó también una larva de la familia Chrysopidae (Neuroptera) (Fig.



Figura 3. Parasitoides encontrados en campo A. *Aganaspis* sp. (Hymenoptera: Figitidae). B. *Utetes anastrephae* Viereck (Hymenoptera: Braconidae). C. *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani (Hymenoptera: Pteromalidae). D. *Spalangia* sp. (Hymenoptera: Pteromalidae). Fotos 3A, C, D tomadas por E. Quintero; 3B por T. Kondo.

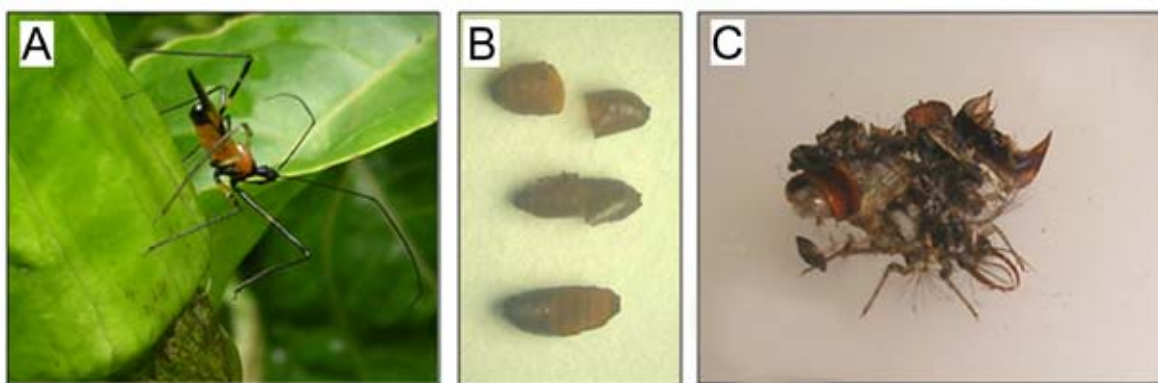


Figura 4. A. Chinche depredador *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae) sobre botón floral. B. Capsulas pupales con daño por depredadores. C. Larva de Chrysopidae (posiblemente *Leucochrysa* sp.) con pedazos de una pupa de *D. inedulis* adheridos a su cuerpo. Foto 4A por T. Kondo; 4B por H. Kuratomi; 4C por E. Quintero.

Tabla 1. Listado de enemigos naturales de *Dasiops inedulius*.

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Hábito	Estado de la plaga que ataca	Referencia
1	Hemiptera	Reduviidae	<i>Zelus</i> sp.	Depredador	adulto	Ambrecht <i>et al.</i> (1986)
2	Hemiptera	Reduviidae	<i>Zelus rubidus</i>	Depredador	adulto	Ambrecht <i>et al.</i> (1986)
3	Hymenoptera	Braconidae	<i>Utetes anastrephae</i>	Parasitoide	Larva-pupa	Presente estudio
4	Hymenoptera	Braconidae	<i>Utetes</i> sp.	Parasitoide	Larva-pupa	Ambrecht <i>et al.</i> (1986; como <i>Opius</i> sp.), Wyckhuys <i>et al.</i> (2012)
5	Hymenoptera	Pteromalidae	<i>Pachycrepoideus vindemmiae</i>	Parasitoide	pupa	Presente estudio
6	Hymenoptera	Pteromalidae	<i>Spalangia</i> sp.	Parasitoide	pupa	Presente estudio
7	Hymenoptera	Figitidae	<i>Aganaspis</i> sp.	Parasitoide	pupa	Presente estudio
8	Hymenoptera	Vespidae	Especie de la subfamilia Polybiinae	Depredador	larva	Posso y Chacón (1981), Chacón y Rojas (1984), <i>apud</i> Ambrecht (1985)
9	Hymenoptera	Vespidae	<i>Polistes erythrocephalus</i>	Depredador	larva	Ambrecht (1985)
10	Neuroptera	Chrysopidae	pos. <i>Leucochrysa</i> sp.	Depredador	pupa	Presente estudio
11	Araneae	Thomisidae	<i>Synaemops rubropunctatum</i>	Depredador	adulto	Ambrecht <i>et al.</i> (1986)
12	Araneae	Thomisidae	<i>Misumenops biannulipes</i>	Depredador	adulto	Ambrecht <i>et al.</i> (1986)

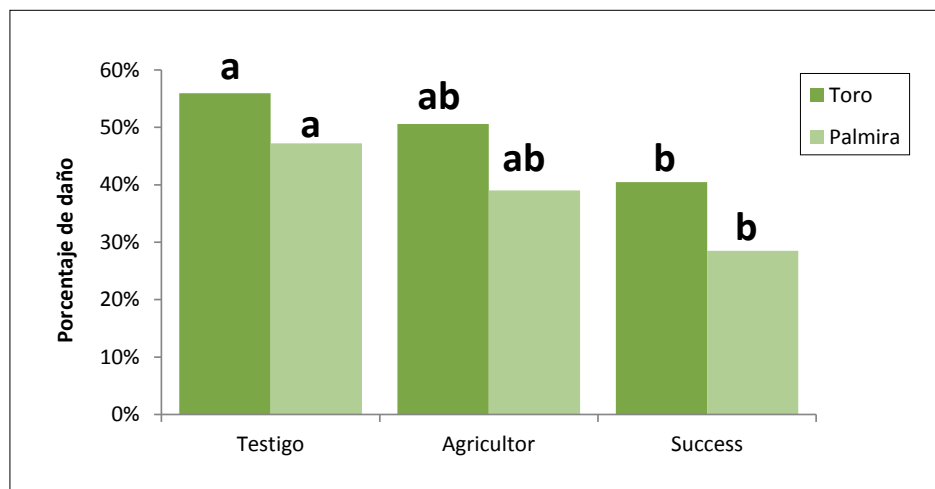
4C) probablemente *Leucochrysa* sp. (C. Tauber, com. pers.) consumiendo las pupas centinelas. En la Tabla 1 se listan los enemigos naturales de *D. inedulius* que se reportan en este trabajo y algunos de la literatura.

Evaluación de un cebo tóxico Success GF-120* 0.02 CB como control químico de *Dasiops inedulius*

La localidad de Toro siempre mostró mayores niveles de daño por *D. inedulius* en todos los tratamientos comparado con Palmira. Los mayores porcentajes de daño se registraron en el tratamiento testigo, alcanzando un 47% en Palmira y 56% en Toro. En el tratamiento Manejo Agricultor los porcentajes de infestación fueron de 39% y 50% en Palmira y Toro respectivamente. El tratamiento donde se utilizó el cebo tóxico Success GF-120* 0.02 CB tuvo el mejor control del insecto manteniendo los niveles de daño más bajos siendo de 28% en Palmira y 40% en Toro (Fig. 5).

El análisis de varianza para el porcentaje de daño por *D. inedulius*, mostró diferencias altamente significativas entre las dos localidades evaluadas (Palmira y Toro) (GL: 1, F: 7,94, P: 0,005), siendo Palmira la localidad con el menor daño. De igual manera el análisis estadístico reveló diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos, T1: Manejo Agricultor “malathion+proteína hidrolizada”; T2: cebo tóxico Success GF-120* 0.02 CB, y T3: testigo absoluto “sin aplicaciones”. GL= 2, F= 6,75, P= <0,001).

La prueba de comparación de medias de Duncan indicó que para los porcentajes de infestación, el tratamiento con aplicación del cebo tóxico Success GF-120* 0.02 CB registró los promedios más bajos en las dos localidades, siendo estadísticamente diferente con respecto al tratamiento testigo, en contraste con los promedios del tratamiento del Manejo Agricultor y el testigo cuales no muestran diferencia estadística (Fig. 5).

**Figura 5.** Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de daño en las localidades de Toro y Palmira.

En el análisis de los tratamientos por localidad, se realizó una prueba de análisis combinado para comparar los niveles de daño entre las localidades, revelando un daño significativamente menor en Palmira. Así mismo, los resultados del análisis combinado revelaron que el cebo tóxico tuvo el mejor control manteniendo los niveles de daño más bajos (Fig. 6).

DISCUSIÓN

Enemigos naturales de *Dasiops inedulius* reportados en la literatura científica

Ambrecht *et al.* (1986) reportaron los siguientes enemigos naturales de *D. inedulius*: dos parasitoides tipo larva-pupa del género *Opius* [ahora sinonimizado con *Utetes* según Wyckhuys *et al.* (2012)] (Hymenoptera: Braconidae). Chacón y Rojas (1984) reportaron una baja incidencia de un himenóptero *Bracon* sp. (Hymenoptera: Braconidae), parasitando larvas de *Dasiops*. Los depredadores de adultos de *D. inedulius*, *Zelus rubidus* y *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae) (Fig. 4A) y arañas de la familia Thomisidae identificadas como *Synaemops rubropunctatum* Mello-Leitao y *Misumenops biannulipes* (Mello-Leitao) (como *Metadidea biannulipes*), las cuales tienen el hábito de situarse entre las brácteas y el botón floral o entre las hojas en espera de las moscas. En el presente estudio se observaron adultos de *Zelus* sp. sobre botones florales de maracuyá (Fig. 4A) como posibles depredadores de moscas adultas de *D. inedulius*, sin embargo no se observó la depredación por estos insectos. Ambrecht (1985) mencionó que todos los depredadores que observó en su trabajo fueron de

adultos, sin embargo citó dos casos de depredadores de larvas referenciados por Posso y Chacón (1981) y Cachón y Rojas (1984), quienes mencionan avispa de la subfamilia Polybiinae (Hymenoptera: Vespidae) agujereando la base del botón y extrayendo larvas para consumirlas allí mismo. En esta misma actividad Ambrecht (1985) reporta otra avispa, *Polistes erythrocephalus* (Hymenoptera: Vespidae), que también anida cerca de los cultivos.

En otro estudio realizado en el sureste de Brasil, Aguiar-Menezes *et al.* (2004) encontraron parasitoides del género *Utetes* asociados a especies de *Dasiops*, y algunos ejemplares de *Aganaspis* sp. (Figitidae: Eucoilinae) asociados a tefrítidos y loncheidos en cultivos de maracuyá. Uchoa-Fernandes *et al.* (2003) citaron a dos especies de *Spalangia* parasitando las familias Tephritidae y Lonchaeidae. En otra publicación, Badii & Abreu (2006) reportaron que el parasitoide de pupas de dípteros, *Pachycrepoides vindemmiae* se le considera una buena opción para el control de moscas de las frutas, como *Ceratitis* spp. y *Anastrepha* spp. en cítricos y *Dasiops* spp. en maracuyá. Souza-Filho *et al.* (2009) encontraron las especies *Aganaspis pelleranoi* (Brèthes), *Dicerataspis grenadensis* Ashmead, *Lopheucoila anastrephae* (Rhower), *Leptopilina boulandi* (Barbotin, Carton & Kelner-Pillault) y *Trybliographa infuscata* Gallardo, Diaz & Uchôa (Hymenoptera: Figitidae: Eucoilinae) parasitando a moscas *Neosilba* spp. (Diptera: Lonchaeidae). Estos reportes de otros países coinciden y refuerzan los resultados del presente estudio, lo que permite pensar que todavía falta camino por recorrer y que hay enemigos naturales que faltan por ser descubiertos, y que pueden ser incorporados como estrategia de manejo.

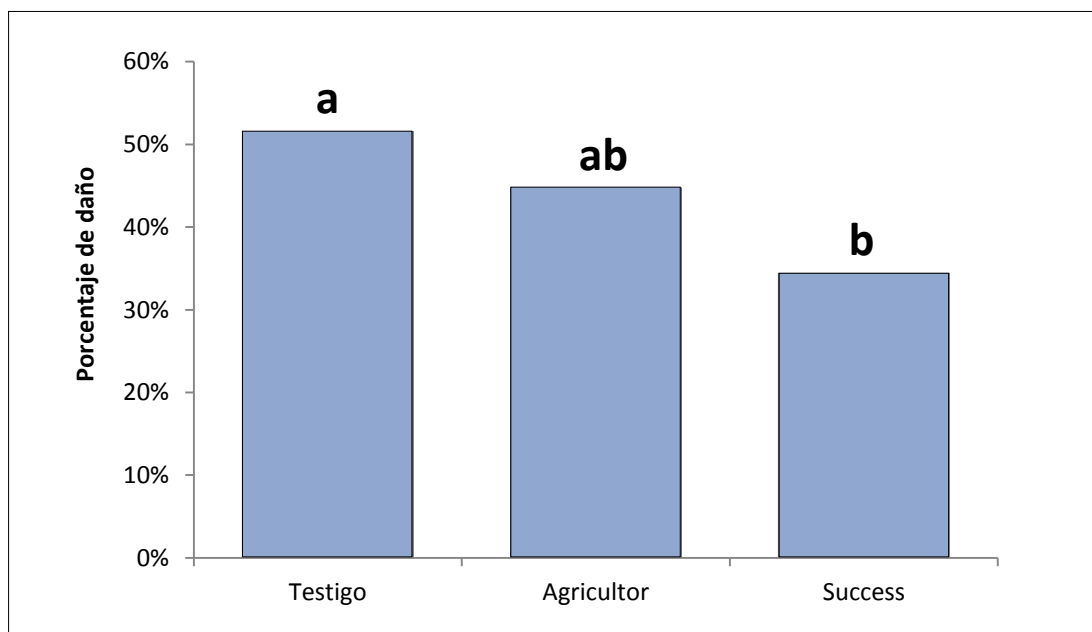


Figura 6. Análisis combinado para el porcentaje de infestación promedio.

En un estudio reciente realizado en el Huila, Colombia, Santos *et al.* (2009) reportaron cinco especies de parasitoides actuando sobre *D. inedulis* en una cría establecida en casa de malla. Los parasitoides reportados fueron *Pentapria* sp. (Hymenoptera: Diapriidae) parasitoide de Stratiomyidae, *P. vindemmiae*, *Aspilota* sp. (Hymenoptera: Braconidae) parasitoide de larvas de Phoridae, una especie de la subfamilia Eucoilinae (Hymenoptera: Figitidae) parasitoide que prefiere larvas de último instar de dípteros y emerge de la pupa, y *Basalys* sp. (Hymenoptera: Diapriidae) parasitoide de larvas de dípteros (Santos *et al.*, 2009).

Aunque Santos *et al.* (2009) reportaron cinco especies de parasitoides actuando sobre *D. inedulis* en granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en una cría establecida en casa de malla, las especies *Pentapria* sp. y *Aspilota* sp. probablemente no son parasitoides de *D. inedulis*. Como lo indican estos autores, *Pentapria* sp. es conocido como un parasitoide de Stratiomyidae y *Aspilota* sp. como parasitoide de larvas de Phoridae. Como sugerido por Wyckhuys *et al.* (2012) se piensa que la obtención de estas dos especies junto con *P. vindemmiae* son el resultado de una contaminación de la cría en la caja de malla. Como razones de contaminación listamos las siguientes: 1) la metodología de colecta de botones florales para extraer parasitoides usada por Santos *et al.* (2009), solo permite coleccionar parasitoides de tipo larva-pupa ya que *D. inedulis* está en estado larval dentro del botón floral. Solo aquellos parasitoides que son capaces de parasitar las larvas dentro de los botones florales (parasitoides tipo larva-pupa) deberían haberse colectado usando esa metodología; 2) el parasitoide *P. vindemmiae* no tiene el hábito de parasitar las larvas, además de que es un parasitoide de pupas cuales parasita fuera del botón (en el suelo), a diferencia de *Utetes anastrephae* (Fig. 3B) que posee un ovipositor largo que le permite parasitar las larvas de *D. inedulis* que se alimentan dentro de los botones florales; y 3) según Santos *et al.* (2009), la especie *P. vindemmiae* parasitó las pupas de *D. inedulis* posiblemente a partir de poblaciones que pudieron haber ingresado a la casa de malla, dado el poco aislamiento que tenía el tipo de infraestructura que usaron en ese estudio. Esta poca aislación de los botones florales debió haber causado también la entrada de moscas de las familias Phoridae y Stratiomyidae que seguramente entraron para alimentarse de los botones florales en descomposición, y de esta manera también sus respectivos enemigos naturales. En el presente estudio, la metodología de obtención de parasitoides permitió tener seguridad de la relación trófica existente entre el hospedero plaga y los enemigos naturales para evitar la contaminación de otros parasitoides, ya que todas las larvas y pupas se individualizaron en pequeñas

copas de plástico debidamente selladas, evitando al máximo la contaminación de agentes diferentes a los que ocurren en los cultivos de maracuyá.

Llama la atención el escaso número de parasitoides que han sido recuperados de las larvas de Lonchaeidae, posiblemente debido al uso generalizado de insecticidas en los huertos de maracuyá (Wyckhuys *et al.*, 2011). Como depredadores, Carrero *et al.* (2010) mencionaron que las hormigas *Brachymyrmex* sp. y *Pheidole* sp. atacan larvas de *Dasiops* sp. en cultivos de granadilla antes que estas se entierren a empupar. En el presente estudio se encontró una larva de un Chrysopidae, probablemente *Leucochrysa* sp. depredando las pupas centinelas, y se observó el daño causado por otros depredadores sobre las pupas centinelas, pero no se pudo establecer que especies causaron los daños, sugiriendo que todavía hay un gran vacío en cuanto a nuestro conocimiento sobre los depredadores que atacan el estado pupal de *D. inedulis*.

Manejo integrado de plagas (MIP)

Es importante crear en los agricultores una conciencia de conservación de la entomofauna benéfica mediante un manejo integrado de plagas, donde se haga uso de todas las herramientas posibles para regular las poblaciones del insecto. La integración de estrategias de manejo sostenibles para el control del insecto puede realizarse dirigidas a los diferentes estados de desarrollo.

Para la captura del insecto en estado adulto (Fig. 7E), Tróchez *et al.* (1985) recomendaron el uso de trampas McPhail cebadas con proteína hidrolizada de maíz (Fig. 7D). Las trampas McPhail, además de coleccionar moscas adultas, sirven como una herramienta de monitoreo para detectar niveles de infestación de *D. inedulis* que permiten realizar aplicaciones químicas en el momento más adecuado. En un estudio realizado por Wyckhuys *et al.* (2012) se reportó una abundancia sostenida de poblaciones de Lonchaeidae durante todo el curso del periodo de muestreo; y en maracuyá amarillo los picos de poblaciones de Lonchaeidae determinados por medio de trampas McPhail, coincidieron con las épocas secas.

Los resultados de los experimentos realizados en este estudio evidencian que el cebo toxico Success GF-120* 0.02 CB (Fig. 7C) es una buena alternativa de control químico, por ser un insecticida selectivo para el estado adulto además porque no afecta la fauna benéfica, debido a su modo de acción, ya que posee un atrayente específico para moscas, lo que garantiza su especificidad y por su bajo impacto toxicológico, lo que permite fácilmente incluirlo dentro de un programa de manejo integrado para la mosca del botón floral del maracuyá, a diferencia de malathion,

que aunque su categoría toxicología es III, medianamente toxico para los humanos, es un insecticida de amplio espectro que afecta directamente a cualquier insecto, entre ellos enemigos naturales de *D. inedulis* y de otras plagas del maracuyá, permitiendo la aparición y resurgencia de otras plagas que pueden representar nuevos problemas para el agricultor y su manejo del cultivo. Al mismo tiempo el malathion puede afectar directamente a los polinizadores del maracuyá que cumplen con una labor muy importante en el cultivo ya que la disminución de la polinización se ve directamente reflejada en la producción. Hay que anotar que aunque en este estudio se usó malathion como el pesticida de uso convencional del agricultor en el área de estudio, en una encuesta realizada recientemente a 37 agricultores de maracuyá amarillo en los departamentos de Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Huila, Tolima, y Valle del Cauca, se determinó que en Colombia los pesticidas: thiamethoxam (10/37), dimethoate (9/37), cypermethrina

(7/37), malathion (5/37) y abamectina (5/37) son los más comúnmente usados en su respectivo orden (en paréntesis el número de agricultores que reportaron el producto de los 37 que participaron en la encuesta) (Wyckhuys *et al.*, 2011).

En la actualidad, en cultivos comerciales de maracuyá amarillo en el norte del departamento del Valle del Cauca, se debe hacer polinización manual debido a la ausencia de los polinizadores, y esta labor ha incrementado el número de jornales por hectárea y por ende los costos de producción, además de seguir representando un riesgo para la salud humana ya que por pertenecer al grupo químico de los organofosforados, su mecanismo de acción que actúa sobre el sistema nervioso, específicamente sobre la sinapsis, mecanismo que los insectos y los humanos comparten.

Cuando *D. inedulis* se encuentra en estado de pupa (Fig. 7I) es un buen momento para intervenir el ciclo de vida de

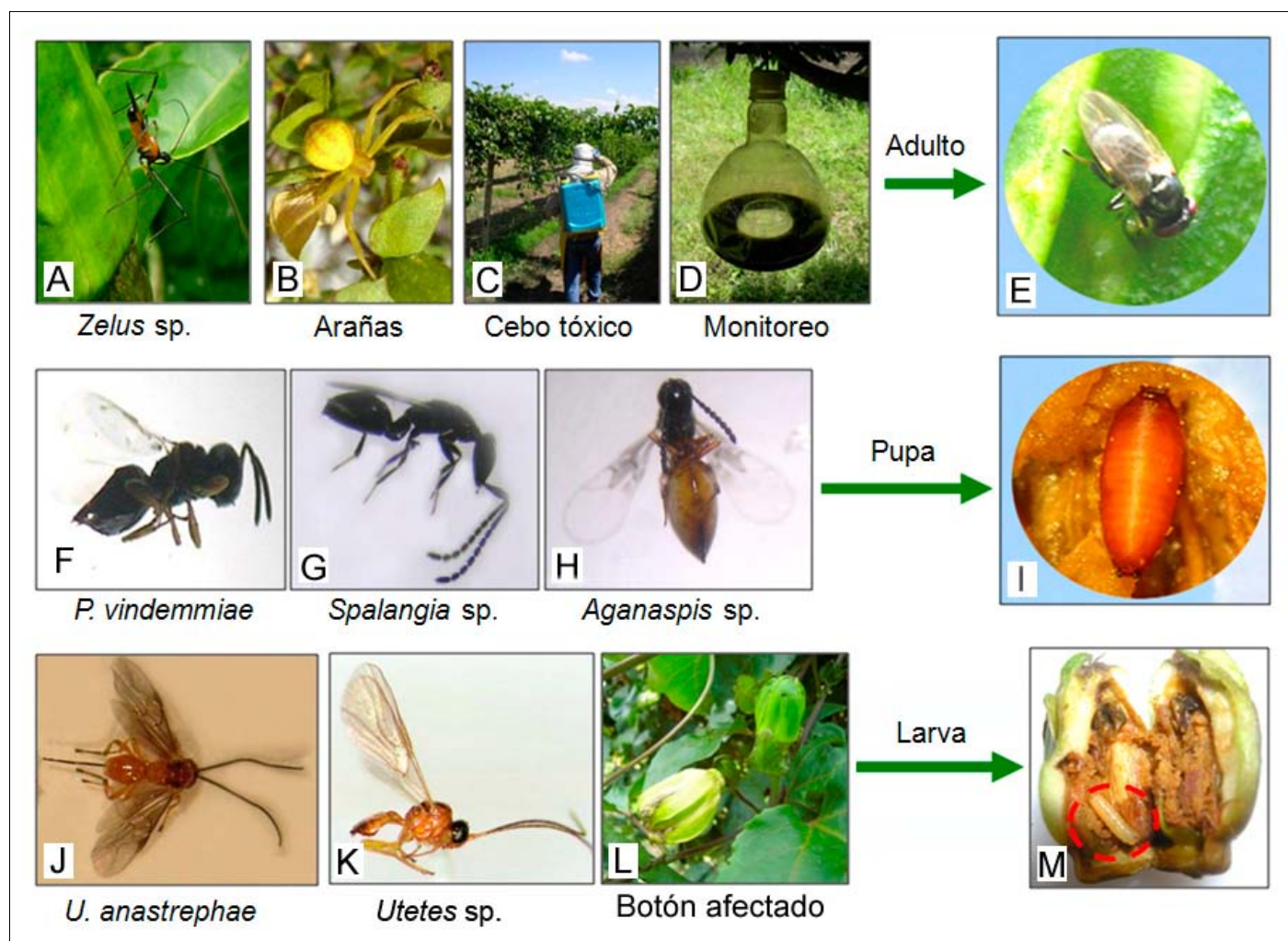


Figura 7. Alternativas de control y monitoreo en tres etapas de desarrollo del ciclo de vida de *D. inedulis*. A. Chinche depredador *Zelus* sp. B. Arañas cazadoras. C. Aplicación de cebo tóxico. D. Monitoreo de adultos con trampas McPhail cebadas con proteína hidrolizada. E. Mosca adulta de *D. inedulis*. F. *P. vindemmiae*. G. *Spalangia* sp. H. *Aganaspis* sp. I. Pupa de *D. inedulis*. J. *Utetes anastrephae*. K. *Utetes* sp. L. Eliminación de botones florales con síntomas de daño. M. Larva de *D. inedulis*. Fotos 7A, B, D, E, I, J, L por T. Kondo; 7F, G, H, M por E. Quintero; 7K por Anónimo, tomada del internet; 7C por I. López.

la plaga, puesto que en esta fase de desarrollo el insecto es inmóvil, está por fuera de las estructuras florales y más expuesto a la acción de parasitoides como *Aganaspis* sp. (Fig. 7H), *P. vindemmiae* (Fig. 7F) y *Spalangia* sp. (Fig. 7G). Estos dos últimos (i.e., *P. vindemmiae* y *Spalangia* sp.) se producen comercialmente para el control de la mosca común y moscas de la fruta, por lo tanto son enemigos naturales que podrían incorporarse fácilmente en un manejo integrado de *D. inedulis*. El Laboratorio Perkins, recomienda una dosis de 10 bolsas/ha/mes, de *P. vindemmiae* para el control de moscas de la fruta. Cada bolsa contiene aproximadamente 1000 parasitoides.

Durante el estado larval de *D. inedulis* (Fig. 7M), una medida de control que posibilita la disminución de poblaciones de la plaga en los cultivos consiste en la eliminación de botones florales afectados por *D. inedulis* cuales se reconocen inicialmente por la marchitez de los sépalos, seguidos por la coloración amarillenta del botón (Fig. 7L) (H. Kuratomi, com. pers.).

Mediante la incorporación de las prácticas de manejo arriba mencionadas, se permitirá minimizar la utilización de insecticidas de amplio espectro y conservar los enemigos naturales que ocurren normalmente en campo. De esta manera los enemigos naturales tendrán la oportunidad de regular las poblaciones del insecto en sus diferentes estados de desarrollo. Por ejemplo, para el estado adulto se encuentran las arañas (Fig. 7B) y chinches depredadores (Fig. 7A); para el estado de pupa los parasitoides *P. vindemmiae* (Fig. 7F), *Spalangia* sp. (Fig. 7G) y *Aganaspis* sp. (Fig. 7H) y depredadores terrestres (Fig. 4C); para el estado larval los parasitoides de tipo larva-pupa como *U. anastrephae* (Fig. 7J) y *Utetes* sp. (reportado como *Opius* sp.) (Fig. 7K). La liberación de los parasitoides podría realizarse mediante aplicaciones inundativas e inoculativas.

El uso de entomopatógenos como hongos y nematodos para el control de larvas de último instar, pupas y adultos de *D. inedulis*, también debería considerarse, pues pueden ser una alternativa para intervenir en su ciclo de vida y aportar a la disminución de insecticidas, tal como se ha realizado en el caso de varias especies de mosca de la fruta, con resultados promisorios (Lezama *et al.* (1996), Muñoz *et al.* (2009), Hernández *et al.* (2010), Porras & Lecuona (2008)).

Estas nuevas herramientas permitirán desarrollar estrategias de manejo sostenibles para la mosca del botón flo-

ral que integren el uso de químicos de baja toxicidad y control cultural con la utilización y conservación de los enemigos naturales de *D. inedulis*. De esta manera se podrá reducir el uso de insecticidas tóxicos de amplio espectro para el control de *D. inedulis*, lo que se verá reflejado en la reducción de costos de producción, menos contaminación del suelo y en el desarrollo de una producción de maracuyá más sostenible que garantice una fruta de mejor calidad y libre de residuos tóxicos.

CONCLUSIONES

Para el control de la mosca del botón floral del maracuyá, *D. inedulis* se propone una estrategia de manejo integrado de plagas que le permitirán al productor mantener las poblaciones de *D. inedulis* reguladas con diferentes herramientas, i.e., enemigos naturales que se pueden incorporar en diferentes etapas de la fenología de la mosca del botón floral del maracuyá *D. inedulis*, uso de cebos tóxicos de baja toxicidad, recolección de botones con síntomas de daño, y monitoreo con el uso de trampas McPhail cebadas con proteína hidrolizada, interviniendo en diferentes estados de desarrollo, cortando ciclos y disminuyendo así futuras generaciones del insecto.

AGRADECIMIENTOS

Muchos agradecimientos a todos los agricultores, ingenieros agrónomos, técnicos y personas que asistieron en el presente estudio. Al Sr. Jades Jiménez (Productos Biológicos Perkins Ltda.) por proveer los parasitoides *P. vindemmiae*. A las asociaciones de productores ASORUT y AGRONILLO por su colaboración. Al Dr. Steve Heydon (UC Davis) por la identificación de Braconidae y Pteromalidae, y al Dr. Matthew Buffington (Systematic Research Laboratory, USDA) por la identificación del Figitidae. Al Dr. Cheslavo Korytkowski de la Universidad de Panamá, por la identificación de *Dasiops inedulis* Steyskal. A la Dra. Catherine Ann Tauber (University of California, Davis) por la información sobre la identificación del Chrysopidae. A los señores Adolfo Tróchez (qepd) y Hugo Kuratomi, por su asesoría técnica y por la foto 4B. Este estudio fue financiado por ASOHOFRUCOL y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). A las entomólogas revisoras del artículo Ana E. Díaz y Ángela Arcila, por sus valiosos aportes para la construcción de este artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar-Menezes EL, Nascimento RJ, Menezes EB. 2004. Diversity of fly species (Diptera: Tephritoidea) from *Passiflora* spp. and their hymenopterous parasitoids in two municipalities of the Southeastern Brazil. *Neotropical Entomology* 3(1): 113-116.
- Aluja M. 1999. Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Research in Latin America: Myths, Realities and Dreams. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 28(4): 565-594.
- Ambrecht I, Chacón P, Rojas M. 1986. Biología de la mosca de los botones florales del maracuyá *Dasiops inedulius* (Diptera: Lonchaeidae) en el Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología* 12(1): 16-22.
- Ambrecht I. 1985. Biología de la mosca de los botones florales del maracuyá *Dasiops inedulius* (Diptera: Lonchaeidae) en el Valle del Cauca. Tesis de grado. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. 140 pp.
- Badii MH, Abreu JL. 2006. Control biológico una forma sustentable de control de plagas (Biological control a sustainable way of pest control). *Daena: International Journal of Good Conscience* 1(1): 82-89.
- Carrero DA, Wyckhuys KAG. 2010. Factores de mortalidad en *Dasiops* sp. (Diptera: Lonchaeidae) en cultivos de Granadilla en Boyacá, Colombia. En: Resúmenes Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen) XXXVII Congreso, Bogotá, Colombia.
- Chacón P, Rojas M. 1984. Entomofauna asociada a *Passiflora mollissima*, *P. edulis* f. *flavicarpa* y *P. quadrangularis* en el departamento del Valle del Cauca. *Turrialba* 34(3): 297-311.
- Hernández N, Pérez N, Toledo J. 2010. Patogenicidad de tres cepas de hongos entomopatógenos a adultos de *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae) en condiciones de laboratorio. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 26(3): 481-494.
- Insuasty O, Cuadros J, Monroy R, Bautista J. 2007. Manejo integrado de moscas de la fruta de la guayaba (*Anastrepha* spp.). Editorial, Produmedios, Bogotá, Colombia, 24 p.
- Lezama-Gutierrez R, Molina-Ochoa J, Contreras-Ochoa OL, Gonzalez-Ramirez M, Trujillo-De La Luz A, Rebolledo Domínguez O. 1996. Susceptibilidad de larvas de *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) a diversos nematodos entomopatógenos (Steinernematidae y Heterorhabditidae). *México. Vedaia* 3: 31-34.
- Muñoz JA, Rosa W, Toledo J. 2009. Mortalidad en *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) por diversas cepas de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin, en condiciones de laboratorio. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 25(3): 609-624.
- Norrbom AL, McAlpine JF. 1997. A revision of the Neotropical species of *Dasiops* Rondani (Diptera: Lonchaeidae) attacking *Passiflora* (Passifloraceae). *Memoirs of the Entomological Society of Washington* 18: 189-211.
- Porras L, Lecuona R. 2008. Estudios de laboratorio para el control de *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) (Mosca del Mediterráneo) con *Beauveria bassiana*. *Agronomía Costarricense* 32(2): 119-128.
- Posso CE, Chacón P. 1981. Estudios sobre el daño causado por *Dasiops* sp. (Diptera: Lonchaeidae) en botones florales de maracuyá. *Revista Coagro* 36: 31-33.
- Santos O, Varon EH, Salamanca J. 2009. Prueba de extractos vegetales para el control de *Dasiops* spp. en granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en el Huila, Colombia. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 10(2): 141-151.
- Souza-Filho MF, Raga A, Azevedo-Filho JA, Strikis PC, Guimarães JA, Zucchi RA. 2009. Diversity and seasonality of fruit flies (Diptera: Tephritidae and Lonchaeidae) and their parasitoids (Hymenoptera: Braconidae and Figitidae) in orchards of guava, loquat and peach. *Brazilian Journal of Biology, São Carlos* 69(1): 31-40.
- Tróchez A, Cobo LS. 1973. Dos nuevas plagas del maracuyá. *Notas y noticias entomológicas, ICA*, 7 pp.
- Tróchez A, Rojas M, Chacón P, Flórez, E. 1985. Atrayentes para la captura de *Dasiops* sp. (Diptera: Lonchaeidae) plaga del maracuyá en el Valle (Colombia). En: *Memorias XII Congreso Socolen*, 31 pp.
- Uchoa-Fernandes MA, Molina RM da S, Oliveira I de, Zucchi RA, Canal NA, Díaz NB. 2003. Larval endoparasitoids (Hymenoptera) of frugivorous flies (Diptera: Tephritoidea) reared from fruits of the cerrado of the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 47(2): 181-186.
- Uchoa-Fernandes MA, Zucchi RA. 1999. Metodología da colecta de Tephritidae y Lonchaeidae frugívoros (Diptera: Tephritidae) y sus parasitoides (Hymenoptera). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 28: 601-610.
- Wyckhuys KAG, Lopez-Acosta F, Rojas M, Ocampo J. 2011. The relationship of farm surroundings and local infestation pressure to pest management in cultivated *Passiflora* species in Colombia? *International Journal of Pest Management* 57(1): 1-10.
- Wyckhuys KAG, Korytkowski C, Martínez J, Herrera B, Rojas M, Ocampo J. 2012. Species composition and seasonal occurrence of Diptera associated with passionfruit crops in Colombia. *Crop Protection* 32: 90-98.